1677.

a Monsieur de Smithson

hommage de l'auteur

MÉMOIRE

SUR LA MONTAGNE DE SEL GEMME

DE CARDONNE EN ESPAGNE;

PAR P. LOUIS CORDIER.

Lu à la Société Philomatique le 2 mars 1816.

LES recherches des géologues ont été principalement dirigées jusqu'à présent vers l'étude des grandes masses qui composent le domaine de la science. On a circonscrit plus exactement les différens terrains, distingué avec plus de soin les roches principales, et constaté d'une manière de plus en plus rigoureuse les rapports généraux de stratification. Les résultats obtenus commencent à être nombreux et satisfaisans; mais si je ne me trompe, on doit maintenant desirer que les détails soient étudiés comme les grandes masses, et que surtout les roches qu'on pourroit appeler *roches d'exception*, à raison de leur rareté, soient bientôt aussi parfaitement connues dans leurs gisemens divers, que les roches les plus abondantes et les plus vulgaires.

Ce vœu paroîtra facile à justifier, si on veut seulement s'arrêter à considérer l'état des connoissances que nous possédons relativement aux couches bitumineuses, sulfureuses, gypseuses et salines, et les opinions généralement admises sur les époques de leurs formations. Ce n'est pas qu'il n'ait été recueilli depuis plusieurs années, des observations absolument neuves à l'égard de ces quatre sortes de roches; mais les résultats en sont encore peu répandus, ou bien on en a tenu peu de compte par suite des opinions consacrées.

Ainsi, par exemple, il est avéré qu'il existe au moins trois formations de houille proprement dite, dont une *intermédiaire*,

quoique la plupart des minéralogistes n'en reconnoissent qu'une seule ou deux tout au plus (1).

On n'admet communément qu'une seule formation de soufre, et cependant il est constant qu'on rencontre des roches sulfureuses, non-seulement dans les terrains secondaires, mais encore dans les terrains tertiaires et dans ceux de transition (2).

Les roches gypseuses ne constituent pas seulement deux formations distinctes dans les terrains de seconde et de troisième origine, mais il est constant qu'elles jouent un rôle remarquable dans le sol intermédiaire comme dans le sol primitif (3).

Enfin le sel gemme passe vulgairement pour appartenir exclusivement au terrain secondaire, tandis que plusieurs données très-probables auroient dû faire admettre depuis long-temps sa présence dans les terrains intermédiaires (4).

---

(1) On connoît à ce sujet l'excellent ouvrage de M. Voigt sur les combustibles fossiles. La description que j'ai récemment donnée des mines de houille de Saint-Georges (*Journal des Mines*, n°s 219 et 220), confirme son opinion sur l'existence de la houille intermédiaire.

(2) On ne peut plus se refuser à regarder comme soufre de transition celui qui accompagne les gypses de la Tarentaise. Suivant Dolomieu, celui de Sicile est secondaire; celui des mines de Costa et de Godiasco près Tortone en Piémont, est de troisième formation, ainsi que je l'ai démontré dans un Mémoire appuyé d'échantillons que j'ai adressés en 1810 à l'Administration des Mines à Paris. Il est accompagné de gypse et de calcaire tout-à-fait modernes, reposant horizontalement sur des argiles coquillières et d'immenses dépôts de sables et de cailloux roulés, lesquels renferment des bois fossiles et de nombreux débris d'animaux marins et terrestres

(3) Le gypse des terrains tertiaires, tels que ceux de Paris ou d'Aigueperse en Auvergne, et les gypses secondaires, tels que ceux d'Espagne, sont très-connus. Je discuterai dans le cours de ce Mémoire la réalité des gypses de transition. Quant au gypse primitif, M. d'Aubuisson en a décrit un gisement qui paroît assez satisfaisant, et qui est situé près de Cogne en Piémont; j'ai été assez heureux moi-même pour découvrir en 1809 un nouveau gîte primitif de chaux sulfatée, qui est beaucoup mieux avéré que le précédent. Les échantillons avec une description, sont depuis long-temps à l'Administration des Mines à Paris. Ce gîte est situé au centre des montagnes primordiales de l'Appennin, au fond de la gorge d'Isoverde près la Bochetta, dans l'Etat de Gênes. Il est l'objet d'une exploitation, ce qui permet d'observer rigoureusement la disposition des masses; elles sont en couches presque horizontales, s'enfonçant au sud-est et à contre-pente dans la montagne qui les renferme, et immédiatement recouvertes par plusieurs assises parallèles de serpentine porphyroïde, à cristaux de diallage, laquelle est elle-même surmontée par des schistes argileux primitifs luisans et satinés en couches également parallèles, composant un système très-puissant.

(4) Ces données seront rapportées dans le cours de ce Mémoire.

Ces assertions fondées sur des faits positifs, mais encore en petit nombre, prendront, j'espère, une plus grande consistance dans l'opinion des minéralogistes, du moins en ce qui concerne les roches salines et gypseuses, lorsque j'aurai fait connoître la composition, la structure et le gisement de la montagne de sel gemme de Cardonne.

Mais ce n'est pas le seul point de vue général sous lequel on pourra envisager la description que je vais donner. On discute depuis long-temps sur la diminution progressive des hautes montagnes et des autres inégalités superficielles de la terre : les opinions sont très-partagées à ce sujet, ce qui prouve que les observations sur lesquelles on s'appuie de part et d'autre, ne présentent rien de bien précis ou de bien avéré. Il importe donc de recueillir de nouveaux élémens pour résoudre la question. Or la montagne de Cardonne offre un fait unique en son genre dont la considération pourra paroître péremptoire, lorsqu'il aura été décrit avec tout le détail des circonstances locales qui peuvent le caractériser d'une manière authentique.

Cette montagne est aussi célèbre sous le point de vue pittoresque, qu'elle est peu connue sous le rapport scientifique; elle a toujours été regardée comme une des plus singulières curiosités de l'Espagne. Son isolement, ses formes particulières, ses couleurs vives et ses exploitations à ciel ouvert, ont contribué sans doute à la rendre remarquable; mais aux yeux du vulgaire c'est l'existence même de la montagne qui paroît un véritable prodige. Comment concevoir en effet qu'une énorme protubérance de sel gemme presque pur, offrant une surface de près de deux kilomètres carrés, exposée depuis des siècles et tout à fait à nu aux intempéries de l'atmosphère, ait pu leur résister jusqu'à présent? Comment ~~convenir~~ concevoir qu'elle ne paroisse même pas avoir très-sensiblement diminué de volume depuis les temps historiques? Il faut convenir qu'il y a là un problème fort au-dessus de la portée de tout homme étranger aux connoissances physiques, et que c'est bien le cas de trouver du merveilleux dans ce qu'on n'expliqueroit pas (1).

---

(1) M. De la Borde a parlé très-succinctement des mines de sel de Cardonne dans son bel ouvrage de la description pittoresque de l'Espagne. Les inexactitudes qui se sont glissées dans les dessins qu'il en donne, me laissent un regret, celui de n'avoir pu lui fournir à temps les renseignemens qu'il m'avoit demandés, avant la publication de cette partie de son travail. La carte à vol d'oiseau

La montagne n'a été visitée jusqu'ici que par un petit nombre de minéralogistes; il n'en a été donné aucune description détaillée. La Notice la plus longue et la moins imparfaite qui en ait été publiée, est encore celle de Bowles qui date de 1775.

Cette Notice occupe quatre pages dans l'ouvrage de Bowles, intitulé : *Introduccion a la Historia natural y a la Géografia fisica de Espanna.* Elle est en partie consacrée à des considérations générales sur la salure de la mer et de certaines rivières de la péninsule; elle laisse tout à desirer sous le point de vue géologique.

On sait que la petite ville de Cardonne qui a donné son nom à la montagne de sel, est située dans l'intérieur de la Catalogne, à huit myriamètres (16 lieues) de Barcelone, et à sept myriamètres (14 lieues) du faîte central de la chaîne des Pyrénées. Elle est bâtie sur un plateau qui fait partie des hauteurs dont est bordée la rive droite de Cardonero, petite rivière qui coule vers le midi. D'après les observations barométriques de plusieurs jours, calculées sur des notations correspondantes prises à Barcelone, j'ai trouvé que le sol de la ville de Cardonne, au pied des murs du château, étoit élevé de 411 mètres au-dessus de la Méditerranée. J'ai reconnu de plus que le même point s'élevoit de 138 mètres au-dessus des moyennes eaux de la rivière.

L'élévation et la position dominante du château de Cardonne en font une station favorable de reconnoissance. Placé au haut de ses murailles, l'observateur plane sans obstacle sur un immense continent fermé de montagnes basses, toutes composées de terrain secondaire. Au nord, ce terrain monte insensiblement vers les plus hautes croupes des Pyrénées; à l'est, il disparoît au loin sous les plateaux entièrement calcaires de San Miquel del Fay; au midi, il s'étend à plus de 5 myriamètres (10 lieues)

(planche 81) qui a été copiée sur une carte espagnole très-ancienne, est essentiellement fautive, en ce qu'on y a supprimé la masse saline principale qui remplit le fond du cirque, et qu'on n'y voit figurer que les deux appendices où est le siége de l'exploitation. On est évidemment parti de l'erreur de cette carte pour corriger après coup, le dessin n° 2 (même planche 81) et placer la montagne de sel dans un plan beaucoup trop rapproché. Je dois ajouter ici que M. Néergaard, avec qui j'ai parcouru la Catalogne en 1802, possède plusieurs vues très-exactes et très-jolies de cette montagne et des environs. Ces vues ont l'avantage d'en représenter tous les accidens géologiques, ayant été faites sous nos yeux par un artiste très-habile, feu Naudet, qui nous accompagnoit.

pour aller servir de base au singulier système des roches de grès et de pouddingue qui composent l'énorme massif et les mamelons grotesques du Mont-Sérat ; enfin à l'ouest il va composer une partie du sol élevé de l'Aragon.

La montagne de sel paroît comme un hors-d'œuvre au milieu de ce vaste continent ; l'observateur la voit en quelque sorte à ses pieds du côté du sud-ouest; il la reconnoît à son isolement, à ses formes tranchantes, aux effondremens qui entourent une partie de ses bases, et surtout à ses couleurs rouges et blanches, dont la vivacité contraste avec les teintes grises et rembrunies du terrain secondaire.

Ce terrain compose autour de la montagne une enceinte en forme de fer à cheval, qui s'ouvre à l'orient dans la vallée du Cardonero et dont l'axe court à très peu près de l'est à l'ouest. C'est à l'extrémité de la branche septentrionale de ce fer à cheval que la ville et le château de Cardonne sont placés.

L'enceinte a environ trois kilomètres de longueur sur un kilomètre de largeur. Son contour offre presque partout des pentes rapides ou même des escarpemens abruptes ; sa bordure présente des inégalités foiblement prononcées, dont l'élévation s'éloigne peu de celle de la ville de Cardonne.

La montagne de sel occupe environ les deux tiers de l'aire du cirque, à partir du fond ; sa hauteur au-dessus du Cardonero surpasse à peine 100 mètres (ou 300 pieds), de sorte que la masse n'est guère plus haute et plus large que Montmartre près Paris, quoiqu'elle soit d'un tiers au moins plus étendue en longueur.

Sa forme générale est celle d'une masse irrégulière allongée en dos d'âne, et bordée en plusieurs endroits par des escarpemens plus ou moins abruptes. De nombreuses saillies, des pointes affilées et des crêtes tranchantes, hérissent toute la partie supérieure : beaucoup de pentes sont encombrées çà et là de matières terreuses, les autres plus dépouillées se montrent couvertes d'aspérités un peu moins prononcées que celles du sommet. Pour faire comprendre au reste plus facilement l'aspect de cette configuration particulière, j'ajouterai qu'elle a beaucoup d'analogie avec celle des plans en relief des hautes montagnes des Alpes.

Le fond du berceau hemi-circulaire qui isole la montagne d'avec les parois du cirque, offre des inégalités nombreuses, des effondremens plus ou moins étendus ; on y voit çà et là des éboulis de roches secondaires, des monceaux d'argile meuble et des vives arêtes en gypse ou en sel gemme.

Dans les temps de pluie, la majeure partie des eaux du cirque forment de chaque côté de la montagne deux petits torrens, qui se réunissent en un seul avant de se jeter dans le Cardonero. Le reste des eaux pluviales se perd dans un vaste effondrement situé au nord-ouest dans la partie la plus reculée de l'enceinte.

L'absence presque totale de végétation sur la montagne facilite l'étude de sa composition et de sa structure; il ne sera pas inutile d'ajouter que j'ai visité les lieux dans la saison la plus favorable à l'observation, c'est-à-dire au commencement de l'hiver.

Ces premières données posées, je passe à l'énumération des roches composantes; on peut les ranger en sept sortes principales, savoir :

1° Roche de muriate de soude parfaitement pur en masses grenues à très-gros grains, demi-transparentes et sans couleur. Les grains sont tout-à-fait limpides; il s'en trouve d'assez gros pour qu'on puisse en extraire à l'aide de la division mécanique, des cubes ayant jusqu'à deux décimètres de côté.

2°. Muriate de soude pur, en masses grenues à petits grains; il est plus ou moins translucide. Ses couleurs principales sont le blanc grisâtre, le gris de perle, le blanc rougeâtre, le rouge de chair, le rouge lie de vin et le rouge brunâtre.

3°. Muriate de soude impur, en masses grenues qui rentreroient dans la sorte précédente, si elles n'étoient souillées par un mélange plus ou moins abondant soit d'argile grise ou bleuâtre, soit de très-petits cristaux de gypse ordinaire blancs ou rougeâtres. Ce dernier mélange donne aux masses une contexture porphyroïde.

4°. Muriate de soude pur, concrétionné sous forme de masses tuberculeuses à cassure grenue, foiblement translucides, d'un blanc jaunâtre ou plus communément d'un blanc de neige éclatant.

5°. Argile grise ou bleuâtre; elle est tantôt pure et légérement schisteuse, tantôt porphyroïde par le mélange d'une grande quantité de petits cristaux de gypse ordinaire, tantôt gris et opaques, tantôt incolores et transparens.

6°. Gypse ordinaire en masses grenues à petits grains; il est opaque; sa couleur blanche tire souvent au gris ou jaunâtre; il s'y rencontre parfois de l'argile disséminée en petite quantité. On y trouve aussi de petits grains rares de chaux carbonatée grise laminaire.

7°. Gypse ordinaire mêlé de gypse anhydre; il est en masses grenues passant au compacte, lesquelles sont du reste semblables à la sorte précédente.

Ces différens matériaux se présentent dans des proportions très-inégales. On peut estimer que la soude muriatée pure à petits grains (sorte n° 2) forme à elle seule les sept dixièmes de la montagne. La soude muriatée impure et l'argile y entrent chacune pour environ deux dixièmes. Les gypses et le sel gemme parfaitement pur (sorte n° 1) figurent à peine pour un dixième; les concrétions sont accidentelles.

Ce mode de composition est sans doute digne d'attention, mais je dois insister pour faire remarquer que l'ordonnance de la stratification l'est encore bien davantage. C'est ici le point le plus important de mes observations; en effet tous les matériaux de la montagne, les concrétions exceptées, sont disposés en couches verticales et parallèles, courant de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, c'est-à-dire dans le sens suivant lequel la croupe s'allonge au milieu du cirque.

La puissance moyenne de chacune de ces couches ainsi posées sur la tranche, peut varier de un à six décimètres, on en trouve aussi qui n'ont pas un centimètre, tandis que d'autres atteignent une épaisseur de sept à huit mètres. Souvent plusieurs bancs salins de la même sorte se trouvent juxtaposés sans intermédiaires étrangers; alors on ne les distingue que par la différence de leur grain et le contraste de leur couleur.

Ces conditions de la stratification sont modifiées de plusieurs manières; tantôt la puissance d'une couche varie fortement dans les différentes parties de son étendue, ce qui dérange l'exactitude du parallélisme; tantôt les plans sont gauchis dans des sens opposés, ce qui produit des inflexions variées dans l'aspect des lignes de direction et d'inclinaison. Ces irrégularités n'altèrent point au reste l'ordonnance générale.

On n'observe aucun ordre dans l'intercalation des couches de différente sorte. Elles paroissent alterner indifféremment. Tout ce qu'on peut dire, c'est que l'argile domine du côté du versant septentrional, et que le versant opposé ne renferme presque que du muriate de soude. Les bancs de gypse ne se mêlent point avec le sel gemme; on les trouve interposés aux dernières couches d'argile du côté du nord.

Quelques-unes des pentes les plus escarpées de la montagne

sont coupées par des fissures assez larges pour qu'on puisse y pénétrer à quelques mètres de profondeur. C'est dans ces anfractuosités qu'on trouve les concrétions salines : elles y produisent un bel effet par l'opposition de leur couleur blanche éclatante avec celle des fonds colorés sur lesquels elles sont disséminées.

Les couches de sel gemme parfaitement pur et transparent sont presque toutes réunies au pied de la montagne du côté de l'est-sud-est; elles y constituent deux appendices peu élevés, qui ne sont remarquables d'ailleurs que parce qu'ils forment ce qu'on appelle proprement les *mines de sel de Cardonne*, et qu'ils sont le siége des exploitations pratiquées au compte du Gouvernement espagnol.

Ces exploitations sont d'autant plus importantes qu'elles exigent peu de frais. Je vais en donner une idée en peu de mots.

L'extraction s'y fait à ciel ouvert et par tailles horizontales pratiquées en gradins. Chaque gradin a un mètre de hauteur avec une largeur égale. Leur longueur est assez grande pour qu'on puisse y placer dix à douze mineurs de front. On mène ordinairement huit tailles de cette sorte les unes au-dessus des autres. L'abattage de la roche de sel se commence à coups de poudre, on l'achève avec le pic. Du reste on n'enlève que les quartiers un peu gros, et on les porte sous des meules dans un petit atelier voisin. Le sel après avoir été égrugé, est, sans autre préparation, expédié à dos de mulets pour les magasins du Gouvernement. On assure qu'il s'en vend annuellement pour environ un million de francs (1).

Sans m'arrêter au reste à plus de détails sur le parti qu'on tire de l'exploitation du sel gemme, je reprends la description de la montagne. Jusqu'ici je l'ai considérée isolément, je vais la considérer dans ses rapports avec les roches secondaires environnantes.

---

(1) Les ouvriers des mines font un petit débit de différens objets fabriqués en sel gemme parfaitement limpide et cristallisé, tels que des croix et des chapelets ; ils vendent aussi des tablettes faites du plus beau sel rouge. Les gens du peuple regardent ces tablettes comme un préservatif assuré contre certaines maladies; elles ont environ deux décimètres carrés sur deux centimètres d'épaisseur. On les place dans des sachets sur les reins ou sur le ventre, après les avoir fait fortement chauffer ; c'est principalement contre la colique et les rhumatismes qu'on leur attribue de l'efficacité.

La *stratification* de ces roches n'est pas moins facile à observer, moins évidente, et par opposition moins remarquable que celle de la montagne de sel. En effet de toutes parts les bancs secondaires se relèvent en appui vers le centre de l'enceinte, savoir, ceux du nord sous un angle de près de 50 degrés, et ceux de l'est et du sud sous des angles de 20 à 30 degrés; de sorte qu'en les supposant prolongés, ils viendroient recouvrir les tranches verticales des couches salines et gypseuses.

Il faut longer le pied des escarpemens du cirque pour observer la superposition immédiate. On voit en une infinité d'endroits les bases de la montagne de sel plonger et disparoître sous les assises de seconde formation; ailleurs les débris entassés de ces mêmes assises indiquent assez qu'elles ont fléchi et croulé par la destruction successive de leurs points d'appui originaires. La superposition est d'autant moins équivoque, que partout où on peut la vérifier, les deux terrains montrent constamment des plans qui tendent à se couper sous des incidences plus ou moins voisines de l'angle droit.

La composition du terrain secondaire présente des élémens de contraste également frappans. En effet on y distingue les sortes de roches suivantes, savoir :

1° Grès micacés, de couleur grise, composés en grande partie de gros fragmens de quartz et de roches granitiques feuilletées; ils sont très-durs et parfaitement cimentés.

2°. Grès rouges micacés, à grains fins, ayant un tissu très-dense.

3°. Schistes argileux rouges, verts ou gris, communément parsemés de petites écailles de mica grises ou blanches et posées dans le sens des feuillets.

4°. Argiles schisteuses endurcies, ou quelquefois tout-à-fait tendres; elles sont d'un blanc grisâtre ou verdâtre, ou bien d'un brun rougeâtre.

5°. Pierre calcaire dense à cassure écailleuse et d'un gris foncé, quelquefois un peu verdâtre; elle est souvent mêlée de parties de schiste vert et tout-à-la-fois de quelques particules de mica. Elle ne donne point d'odeur bitumineuse; je n'ai pu y découvrir aucun vestige de corps marin, non-seulement aux environs de Cardonne, mais encore dans les autres endroits de la Catalogne où je l'ai observée. Il est probable cependant qu'elle en contient, mais qu'ils y sont très-rares.

6o. Pierre calcaire argileuse, de couleur grise ou verdâtre, abondant souvent en parcelles de mica, sans odeur bitumineuse, sans coquilles, offrant rarement de très-petits débris de végétaux charbonnés.

Ces roches diverses alternent indifféremment entre elles, de manière cependant à ce que ce sont les grès qui dominent dans la partie inférieure du système et la pierre calcaire dans la partie supérieure.

Ainsi que je l'ai dit, ces roches ne constituent pas seulement les environs de Cardonne, mais encore une grande partie du sel de la Catalogne. Elles s'y reproduisent partout avec les mêmes traits, affectent d'ailleurs des inclinaisons variables et des directions contrariées; ces inclinaisons passent rarement 30 à 40 degrés, les plus fortes que j'ai observées se voient à Suria, village situé sur la rive gauche du Cardonero à deux myriamètres au-dessous de Cardonne; les bancs calcaires s'y montrent relevés de 70 degrés vers le nord-nord-est : ils réunissent à cette particularité, celle de renfermer une couche de *houille maigre*, d'un mètre d'épaisseur, qui leur est parallèle.

L'accord des différens caractères que je viens de rapporter, ne me paroît laisser aucun doute sur le rang qu'il faut assigner aux roches qui constituent les environs de Cardonne, je crois qu'aucun minéralogiste ne seroit embarrassé de les classer; elles appartiennent sans contredit à la plus ancienne formation des terrains secondaires.

Si, comme je le pense, cette conclusion est évidente, elle suffiroit pour reculer de beaucoup l'époque qu'il faut assigner à la formation du terrain gypseux et salin de Cardonne, dans la supposition où les couches de ce terrain seroient parallèles à celles du sol secondaire superposé. Mais ce parallélisme n'existe pas; ensorte que d'après la règle fondamentale de la Géologie, le terrain salin et gypseux doit être incontestablement rapporté à une époque non-seulement antérieure, mais encore tout-à-fait distincte de celle qui a produit les terrains secondaires en général; c'est-à-dire, en d'autres termes, que dans l'état de nos connoissances, il ne peut appartenir qu'au *sol intermédiaire*.

Cette conséquence importante acquerra une grande consistance, si on veut faire attention à la nature des couches gypseuses qui accompagnent celles de sel gemme. En effet la présence du gypse anhydre paroît fournir ici un trait de lumière tout-à-fait

précieux. Je vais entrer dans quelques détails à ce sujet, et poser les bases d'un rapprochement qui, combiné avec les autres circonstances locales, pourra paroître concluant.

Il existe dans les terrains intermédiaires de la Tarentaise, aux environs de Moutiers et dans ceux du Mont-Cenis du côté du Piémont, des roches de gypse, soit ordinaire, soit anhydre, soit épigène. Saussure influencé par l'opinion dominante de son temps, n'attachant probablement pas une très-grande importance à l'étude de ces roches d'exception, et séduit par les apparences qui accompagnent leurs affleuremens dans les montagnes où elles sont situées, Saussure, dis-je, les avoit regardées comme des amas accidentels et de remplissage; parcourant moi-même la Tarentaise en 1804, je me suis occupé à déterminer plus exactement le gisement de ces roches dans les environs de Moutiers, j'ai reconnu que les effondremens et le désordre des affleuremens masquoient de véritables couches, ordinairement très-puissantes, parfaitement suivies et constamment parallèles aux assises des roches accompagnantes. Me trouvant en opposition avec la puissante autorité de Saussure, et l'opinion commune des minéralogistes (1), je me suis contenté dans le temps d'annoncer mes résultats dans un cours de minéralogie fait à l'Ecole des Mines de Moutiers, et je les ai communiqués verbalement à plusieurs amis de la science, notamment à mon collègue Brochant, dont il me suffit d'invoquer ici le témoignage. Mais en 1809, l'ouverture de la nouvelle route du Mont-Cenis m'a permis de vérifier ces résultats dans une localité analogue, mise à découvert sur une grande étendue, et présentant des coupes transversales toutes fraîches, circonstances que j'ai annoncées dans le *Journal des Mines* en 1809 (2). Ces observations sur la stratification du gypse dans les Hautes-Alpes, n'ayant été contredites par aucun des minéralogistes habiles qui ont visité les lieux dans ces dernières années, il m'est permis de les regarder comme constantes, et de les rappeler ici avec confiance : je les fortifierai par les deux considérations suivantes.

La première, qu'il n'est pas avéré que les gîtes de gypse anhydre reconnus ailleurs que dans la Tarentaise et le Piémont, appartiennent exclusivement aux anciens terrains secondaires.

---

(1) Notamment celle de mon collègue Brochant. *Voyez* son excellent Mémoire sur les roches de la Tarentaise, *Journal des Mines*, vol. XXIII, pag. 339.

(2) *Journal des Mines*, volume XXVI, pag. 239.

La seconde, que la chaux sulfatée peut, aussi bien que la chaux carbonatée grenue, alterner brusquement avec les schistes micacés intermédiaires; l'intercalation de l'une n'a rien de plus étonnant que celle de l'autre.

Maintenant si on compare les roches gypseuses de Cardonne avec celles des Hautes-Alpes, on y trouve une analogie de composition, de tissu, de couleur et des autres caractères si exacts, que je crois pouvoir me dispenser d'en donner le tableau.

Si on considère les matières accompagnantes, on trouve que l'analogie se soutient d'une manière moins parfaite, mais qui ne laisse pas que d'être satisfaisante. En effet, non-seulement plusieurs sources salées coulent au pied des couches gypseuses des environs de Moutiers, mais encore une de ces couches renferme de petits rognons de sel gemme en nature. L'argile y joue d'ailleurs un rôle presqu'aussi important qu'à Cardonne.

Ainsi tout concourt à faire présumer que l'âge des couches salines et gypseuses de Cardonne se rapproche beaucoup de l'âge des couches gypseuses pures ou salifères des Hautes-Alpes; le petit nombre de caractères qui sont particuliers à celles-ci, complètent en quelque sorte ceux qui manquent aux premières; d'où il suit en dernière analyse, qu'il n'est pas permis de concevoir que le système de Cardonne puisse appartenir à aucun autre terrain que le terrain intermédiaire.

Je récapitulerai tout à l'heure les principaux résultats auxquels je suis arrivé jusqu'ici, mais auparavant je m'arrêterai à développer quelques considérations sur la diminution progressive de la montagne de Cardonne.

J'ai dit précédemment que cette montagne ne paroissoit pas avoir sensiblement diminué depuis les temps historiques; en cela je me suis conformé à l'opinion répandue dans le pays; mais on peut bien croire que je suis loin de partager cette opinion. Malgré mes recherches je n'ai pu découvrir dans aucun auteur espagnol, quel étoit l'état de la masse saline à une époque un peu ancienne. La tradition vulgaire regarde la montagne comme indestructible; elle assure en revanche que le terrain sur lequel la ville est bâtie, se déplace continuellement et avance vers la montagne.

Cette assertion mérite de paroître absurde; cependant elle est dans le cas de beaucoup de préjugés populaires auxquels on reconnoît un certain fonds de vérité, lorsqu'on veut les examiner et les traduire.

En effet, si le volume de la masse de sel diminue sans cesse, sa forme ne change guère et ne peut guère changer. Il n'en est pas de même des escarpemens et des pentes rapides dont elle est environnée. Les porte à-faux et les éboulemens causent de fréquentes altérations à toute la bordure de l'enceinte. Chaque jour le terrain qui sépare la ville du vallon perd de son étendue. La ville n'avance pas vers le vallon, mais le cirque avance vers les murailles de la ville; mais pendant que cet effet se produit, la position de Cardonne tend à devenir de plus en plus dominante, soit parce que la masse de sel s'abaisse insensiblement, soit parce que la profondeur du vallon diminue en apparence, à mesure que le cirque s'ouvre et s'évase davantage. Ainsi tout concourt à produire l'espèce d'illusion consacrée par la tradition populaire.

A en croire les habitans, la salure des eaux de pluie qui forment le torrent de Cardonne, seroit extrêmement foible; ils prétendent qu'en toute saison on pêche les mêmes poissons dans le Cardonero, au-dessus et au-dessous de l'embouchure du torrent. J'aurois bien desiré, lorsque j'étois sur les lieux, pouvoir constater la graduation des eaux qui descendent de la masse saline pendant une averse; mais j'ai constamment joui d'un très-beau temps.

Manquant de bases directes, et ne connoissant pas d'ailleurs la quantité de pluie qui tombe annuellement dans la contrée, je me bornerai à présenter les conditions d'une hypothèse qui satisfasse approximativement au phénomène, c'est-à-dire la très-lente diminution de la montagne.

J'ai préliminairement fait l'expérience suivante : j'ai pris une plaque de sel gemme d'environ deux décimètres de longueur. A l'aide de mastic, j'ai pratiqué à la surface une rigole de deux centimètres de largeur; après avoir disposé la plaque sous une inclinaison d'environ 30 degrés, j'ai fait tomber goutte à goutte un petit filet d'eau dans la rigole. La saumure éprouvée à l'aréomètre, a marqué un peu plus de 6 degrés.

On voit par là que, malgré sa contexture massive, le sel gemme ne laisse pas que d'être très-facilement soluble; mais dans les lavages qu'éprouve la montagne, les choses ne se passent pas précisément comme dans l'expérience précédente; les sommets et les aspérités qui hérissent la croupe de la masse saline, offrent des inclinaisons rapides, et les pluies n'ont pas le temps d'enlever

une quantité de matière qui puisse leur donner une salure de 6 degrés. De plus, il est constant que dans le cours d'une année, la majeure partie des eaux de pluie tombent par averses et s'écoulent par conséquent avec rapidité; d'où il est à présumer que la salure moyenne des eaux pluviales qui tendent à altérer les sommets, est loin d'atteindre à 6 degrés.

En conséquence j'ai cru pouvoir supposer que la salure de ces eaux s'arrêtoit, terme moyen, à 4 degrés, et dans cette supposition j'ai cherché quelle seroit la marche de la diminution de la montagne.

Cette recherche ne pouvant se faire sans connoître la pesanteur spécifique du sel gemme, et cette pesanteur n'ayant été donnée par aucun auteur, non plus que celle du sel marin, du moins à ma connoissance, je l'ai déterminée directement. Je me suis servi de l'huile essentielle de térébenthine comme liquide de comparaison. J'ai ensuite rapporté le résultat à l'eau distillée, et j'ai trouvé que le rapport des densités étoit : : 10 : 22,1967.

Maintenant si on suppose qu'il tombe annuellement à Cardonne huit décimètres d'eau, ce qui seroit environ un tiers de plus qu'à Paris; et si on admet que chaque décimètre prend une salure de 4 degrés, on trouve, à l'aide d'un calcul fort simple (1), que les huit décimètres doivent enlever aux parties supérieures de la masse saline, une couche annuelle de 15 millimètres 26 centièmes de sel gemme.

D'où il suit en dernière analyse, que l'élévation de la montagne ne diminueroit en un siècle, que de 152 centimètres 6 dixièmes, ou, en d'autres termes, de 4 pieds 8 pouces 6 lignes.

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, je ne la présente que comme une donnée plausible, à l'aide de laquelle on pourra facilement concevoir comment il se fait que la diminution progressive de la montagne de Cardonne ait toujours paru insensible.

Le fait au reste est avéré, et il s'agissoit bien moins d'en donner une explication que d'en constater toutes les circonstances accessoires et de les signaler à l'attention des physiciens.

Je passerai maintenant aux conclusions purement géologiques

---

(1) Voici ce calcul. 1 décimètre cube à 4 degrés, enlève $0^{kil},04235$ de sel gemme. Les 8 enlèvent $0^{kil},3388$; mais le décimètre cube de sel pèse $2^{kil},2197$. Donc la quantité précédente répondroit à une lame de sel gemme ayant 15 millimètres 26 centièmes, sur 1 décimètre de surface.

résultantes des observations contenues dans ce Mémoire, et je terminerai en rappelant,

1° Que le système des roches salines et gypseuses de Cardonne est disposé en couches verticales et posées sur la tranche;

2° Que ce système est recouvert par des couches secondaires de la plus ancienne formation et que la superposition est *transgressive*;

3° Que d'après les conditions de cette superposition, les couches gypseuses et salines sont sans contredit d'une époque, non-seulement antérieure, mais encore tout-à-fait distincte;

4° Qu'il existe dans les Hautes-Alpes des gypses purs et parfois salifères, qui font incontestablement partie des terrains intermédiaires;

5° Que ces roches gypseuses salifères ont des analogies avec celles du système de Cardonne;

6° Enfin, que d'après toutes ces probabilités, ce système doit être placé lui-même dans les terrains intermédiaires.

Il est aisé de juger que ces résultats tendent à modifier les idées reçues à l'égard des roches subordonnées aux terrains intermédiaires en général, et que s'ils méritent d'être pris en considération par les minéralogistes, il faudra dorénavant compter une formation de plus pour les roches gypseuses comme pour les roches de sel gemme.

particulier des observations contenues dans ce Mémoire, et je terminerai en rappelant,

1.° Que le système des roches salifères et gypseuses de Cardonne est composé de couches verticales et rangées sur la tranche;

2.° Que ce système est recouvert par des couches [illegible] de la [illegible] et que la superposition est [illegible];

3.° Que, d'après les conditions de cette superposition, les couches gypseuses et salines sont non seulement d'une formation antérieure, mais encore toutes fort différentes;

4.° Qu'il existe dans les Hautes-Pyrénées des [illegible] qui font incontestablement partie des terrains intermédiaires;

5.° Que ces roches gypseuses [illegible] ont des analogies avec celles du [illegible] de Cardonne;

6.° Enfin, que d'après toutes ces probabilités, ce système doit être placé lui-même dans les terrains intermédiaires.

Il est aisé de juger que ces résultats tendent à modifier les [illegible] reçues à l'égard des roches salifères [illegible] intermédiaires [illegible] et [illegible] d'être plus en [illegible] naturel [illegible] il faudra [illegible] une formation de plus pour les roches gypseuses que [illegible] pour les anciens [illegible] gypse.